

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**
DE 199 04 744 A 1

⑤ Int. Cl. 7:
A 43 B 5/00
A 43 B 7/00

②1 Aktenzeichen: 199 04 744.8
②2 Anmeldetag: 5. 2. 1999
④3 Offenlegungstag: 10. 8. 2000

DE 199 04 744 A 1

⑦1 Anmelder:
adidas International B.V., Amsterdam, NL

⑦4 Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

⑦2 Erfinder:
Luthi, Simon, Lake Oswego, Oreg., US; Kälin, Franz
Xavier Karl, 91456 Diespeck, DE; Gebhard, Jeffrey
E., Portland, Oreg., US; Kraeuter, Charles D., Lake
Oswego, Oreg., US

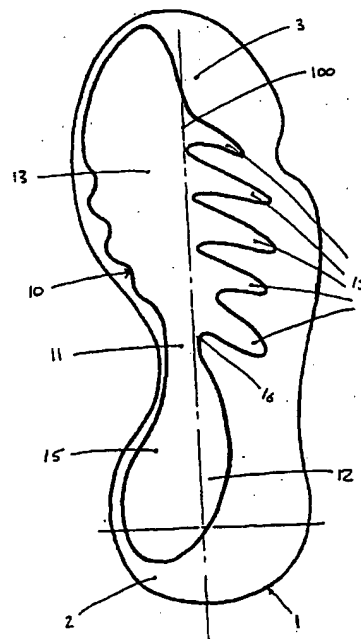
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 42 28 248 A1
US 56 47 145
US 47 66 679

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schuh

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schuh (1), insbesondere einen Sportschuh mit einem Stabilitätselement, um die Drehbarkeit des Vorderfußbereichs (3) des Schuhs um die Längsachse relativ zum Hinterfußbereich (2) zu kontrollieren, wobei das Stabilitätselement einen Basiskörper (10) umfaßt, der sich vom Hinterfußbereich (2) bis in den Vorderfußbereich (3) hinein erstreckt. Vorzugsweise erstreckt sich der Basiskörper (10) im wesentlichen in oder entlang der medialen Seite (99) des Vorderfußbereichs (3) oder in oder entlang der lateralen Seite (98) und weist Materialeigenschaften auf, um eine Pronation bzw. Supination des Trägers des Schuhs zu verringern. Gleichzeitig unterstützt das Stabilitätselement im Vorderfußbereich (3) den vorderen Bereich des Fußes. Bevorzugte Materialien für den Vorderfußbereich (3) haben eine longitudinale Biegesteifigkeit im Bereich von 350 N/mm² bis 600 N/mm² und eine laterale Biegesteifigkeit von 50 N/mm² bis 200 N/mm² (gemessen nach DIN 53452). Gemäß eines zweiten Aspekts der Erfindung umfaßt vorzugsweise das Stabilitätselement im Vorderfußbereich (3) eine elastische Vorderfußplatte oder hat elastische Eigenschaften in diesem Bereich. Beim Aufsetzen des Fußes und dem anschließenden Abrollen über die Zehen wird der Vorderfußbereich (3) elastisch verbogen. Im weiteren Verlauf der Bewegung, wenn sich der Hinterfußbereich (2) bereits wieder vom Boden gelöst hat, streckt sich der Fuß, um sich vom Boden abzustößen. Dabei federt ...



DE 199 04 744 A 1

Beschreibung

1. Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Schuh, insbesondere einen Sportschuh, mit einem Stabilitätselement zur Kontrolle der Drehbarkeit des Vorderfußbereiches relativ zum Hinterfußbereich des Schuhs.

Stand der Technik

Die Vorgänge im menschlichen Fuß beim Gehen oder Laufen zeichnen sich durch eine enorme Komplexität aus. Zwischen dem Aufkommen mit der Ferse und dem Abstoßen mit den Zehen Endet eine Vielzahl von verschiedensten Bewegungsvorgängen im gesamten Fuß statt. Dabei drehen und/oder verschieben sich auch die einzelnen Teilbereiche des Fußes zueinander.

Bei der Konstruktion von "normalen" Schuhen, insbesondere von Sportschuhen, wird versucht, diesen natürlichen Bewegungsablauf (wie er beim Barfußlaufen auftritt) so wenig wie möglich zu behindern und nur gegebenenfalls (je nach Einsatzzwecken des Schuhs) unterstützend einzugreifen. Anders ausgedrückt, wird versucht, das Laufen oder Gehen ohne Schuhe zu simulieren.

Im Gegensatz dazu wird bei orthopädischen Schuhen versucht, Fehlhaltungen oder orthopädische Mißbildungen des Fußes zu korrigieren, indem beispielsweise der Fuß durch Materialverstärkungen in bestimmten Bereichen der Sohle stärker unterstützt wird. Die vorliegende Erfindung bezieht sich jedoch nicht auf diesen Aspekt, sondern betrifft ausschließlich die Konstruktion von Schuhen für gesunde Füße, insbesondere die Konstruktion von Sportschuhen für gesunde Füße.

In diesem Zusammenhang wurde bereits in der Vergangenheit erkannt, daß die klassische, sich über den gesamten unteren Bereich des Schuhs erstreckende äußere Sohle den oben genannten Anforderungen nicht gerecht werden kann. Insbesondere Drehungen des vorderen Fußbereiches um die Längsachse des Fußes relativ zum hinteren Fußbereich werden durch eine homogen gestaltete, durchgehende äußere Sohle oder ein Sohlenensemble verhindert oder zumindest erheblich erschwert.

Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten wurden daher sogenannte Stabilitätselemente entwickelt, die voneinander getrennte Bereiche der Sohle des Schuhs drehflexibel miteinander verbinden bzw. durch ihre Form und ihr Material den Widerstand der Sohle gegen solche Torsionsbewegungen des Schuhs bestimmen.

Ein Beispiel eines bekannten Stabilitätselements ist in dem US Patent 5 647 145 offenbart. Die Schuhkonstruktion, die in diesem Stand der Technik offenbart ist, unterstützt und ergänzt die natürlichen Bewegungen der Muskulatur der Ferse, der Metatarsalen und der Fußzehen. Um dieses Ziel zu erreichen, umfasst die Sole eine Basis aus elastisch kompressiblem Material, eine Vielzahl von nach vorne gerichteten unterstützenden Dämpfungselementen zur Unterstützung der Zehen, ein Fersenelement, das die Ferse des Schuhträgers schützt und unterstützt und eine zentrale Fersengabel, die mit dem Fersenelement überlappt und mit ihm verbunden ist. Beim Bodenkontakt der Ferse trägt die Fersengabel zur Stabilisierung und Unterstützung des Hinterfußbereiches bei und zu einer Verringerung von zu starker Supination oder Pronation, indem der Fersenknochen stabilisiert und geführt wird.

Ein anderes Beispiel eines vorbekannten Stabilitätselements (das der oben beschriebenen Fersengabel ähnelt) wird im Zusammenhang mit Fig. 14 der vorliegenden Anmel-

dung gezeigt und diskutiert. Das dort gezeigte Stabilitätselement ist beispielsweise stab-, kreuz- oder V-förmig und beginnt im Hinterfußbereich und endet im mittleren Bereich der Sohle.

Obwohl diese Elemente aufgrund ihrer Steifigkeit in der Lage sind, den verschiedenen Teilen des Fußes eine gewisse Stabilität zu verleihen, haben sie jedoch den großen Nachteil, daß das Längs- und das Quergewölbe des Fußes nur unzureichend gemeinsam unterstützt wird. Im Vergleich zu einer normalen durchgehenden äußeren Sohle, die entsprechend des Umfangs des Fuß geformt ist, wird daher die Stabilität des Fußes erheblich reduziert.

Der im Stand der Technik für den Vorderfußbereich typischerweise verwendete Schichtaufbau aus aufgeschäumten Materialien ist ferner vergleichsweise weich, so daß aufgrund der hohen Druckbelastungen beim Laufen der Schuh auf der medialen (inneren) oder lateralen (äußeren) Seite nachgibt, und der Fuß daher um mehrere Grad nach innen oder nach außen einknickt, insbesondere, wenn die Anatomie des Fußes des Schuhträgers dazu tendiert, solche Drehbewegungen zu unterstützen. Diese als Pronation und Supination bekannten Drehbewegungen führen zu vorzeitiger Ermüdung der Fuß- und Kniegelenke oder sogar zu Verletzungen.

Ein weicher Vorderfußbereich des Schuhs führt ferner zu einem Energieverlust, da die beim Abrollen während der ersten Phase eines Schritts auftretende Deformation des Schuhs nicht elastisch erfolgt und somit die dafür aufgewandte Energie während der Abstoßphase nicht zurückgewonnen werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, einen Schuh zu schaffen, der eine kontrollierte Drehbewegung des Vorderfußbereiches relativ zum Hinterfußbereich ermöglicht und gleichzeitig insbesondere den Vorderfußbereich ausreichend unterstützt, um eine zu starke Pronation oder Supination und damit eine vorzeitige Ermüdung oder Verletzungen der Gelenke des Trägers des Schuhs zu verhindern.

Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung soll der Schuh die beim Abrollen aufgewendete Energie speichern und dem Bewegungsablauf zum richtigen Zeitpunkt während der Abstoßphase des Fußes erneut zuführen.

3. Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schuh, insbesondere einen Sportschuh mit einem Stabilitätselement, um die Drehbarkeit des Vorderfußbereiches des Schuhs um die Längsachse relativ zum Hinterfußbereich zu kontrollieren, wobei das Stabilitätselement einen Basiskörper umfasst, der sich vom Hinterfußbereich bis in den Vorderfußbereich hinein erstreckt.

Vorzugsweise erstreckt sich der Basiskörper im wesentlichen in oder entlang der medialen Seite des Vorderfußbereichs oder in oder entlang der lateralen Seite und weist Materialeigenschaften auf, um eine Pronation bzw. Supination des Trägers des Schuhs zu verringern.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden im Fall einer Pronationskontrolle die Metatarsalen 1 und 2 vorzugsweise gemeinsam mit den Phalangen 1 und 2 des Fußes des Schuhträgers unterstützt. Im Fall einer Supinationskontrolle werden die Metatarsalen 4 und 5, besonders bevorzugt zusammen mit den Phalangen 4 und 5 unterstützt.

Aufgrund der Ausdehnung des Basiskörpers vom Hinterfußbereich bis in den Vorderfußbereich hinein, wo sich die Metatarsalen und die Phalangen befinden, wird der Fuß über seine gesamte longitudinale Ausdehnung hinweg unterstützt

ohne jedoch die Flexibilität des Schuhs im Hinblick auf eine Drehung des Vorderfußbereiches relativ zum Hinterfußbereich zu beeinträchtigen. Eine übermäßige Beanspruchung oder sogar das Durchbrechen des Längsgewölbes des Fußes bei hohen Belastungen, z. B. der Landung nach einem Sprung, wird dadurch wirksam verhindert.

Gleichzeitig unterstützt das Stabilitätselement im Vorderfußbereich den vorderen Bereich des Fußes. Filmaufnahmen von laufenden Athleten mit einer Hochgeschwindigkeitskamera im Rahmen einer Studie zur Untersuchung der Pronation haben gezeigt, daß ein unterstützter Vorderfußbereich des Schuhs wirksam das Einknicken des Fußes auf die mediale Seite verhindert. Dies liegt daran, daß aufgrund der Materialeigenschaften des Schuhs im Vorderfußbereich der Schuh auf der medialen Seite bei hohem Druck nicht zu sehr nachgibt. Bevorzugte Materialien für den Vorderfußbereich haben eine longitudinale Biegesteifigkeit im Bereich von 350 N/mm² bis 600 N/mm² und eine laterale Biegesteifigkeit von 50 N/mm² bis 200 N/mm² (gemessen nach DIN 53452).

Gemäß eines zweiten Aspekts der Erfindung umfaßt vorzugsweise das Stabilitätselement im Vorderfußbereich eine elastische Vorderfußplatte oder hat elastische Eigenschaften in diesem Bereich. Beim Aufsetzen des Fußes und dem anschließenden Abrollen über die Zehen wird der Vorderfußbereich elastisch verbogen. Im weiteren Verlauf der Bewegung, wenn sich der Hinterfußbereich bereits wieder vom Boden gelöst hat, streckt sich der Fuß, um sich vom Boden abzustößen. Dabei federt der Vorderfußbereich des Basiskörpers elastisch in seine Ausgangsform zurück und unterstützt damit das Abstoßen vom Untergrund. Auf diese Weise wird die in die elastische Verformung des Schuhs investierte Energie zurückgewonnen und erleichtert die Fortsetzung der Bewegung. Der Vorderfußbereich weist dazu bevorzugt Steifigkeiten im Bereich von 50 N/mm bis zu 100 N/mm auf (gemessen nach ASTM 790).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Basiskörper des Stabilitätselementes zweigeteilt und weist zwei V-förmig miteinander verbundene Teilbereiche auf. Dies ermöglicht eine genaue Anpassung an die unterschiedliche Form der medialen und der lateralen Seite des Längsgewölbes des Fußes.

Bevorzugt weist der Basiskörper seitliche Stützelemente auf. Dadurch wird auch speziell das Quergewölbe des Fußes durch das Stabilitätselement unterstützt. Vorzugsweise weist das Stabilitätselement zusätzliche Seitenelemente auf, die sich vom Basiskörper ausgehend von unten nach oben über den Rand der Sohle erstrecken. Diese Ausführung findet bevorzugt insbesondere bei Sportarten mit hoher seitlicher Belastung des Fußes Verwendung.

Die oben genannten Materialeigenschaften werden aus Gewichtsgründen vorzugsweise durch ein Verbundmaterial aus Harz und Kohlefaser erreicht.

4. Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der folgenden detaillierten Beschreibung werden derzeit bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben, in der zeigt:

Fig. 1: Das Skelett eines menschlichen Fußes zur Erläuterung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2: ein Schuh gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 3: eine weitere bevorzugte Ausführungsform insbesondere zur Verwendung in einem schmalen Schuh (gestrichelte Linie);

Fig. 4: ein Schuh mit einem Stabilitätselement mit zwei

V-förmig verbundenen Teilbereichen;

Fig. 5: eine weitere bevorzugte Ausführungsform mit drei zusätzlichen Seitenelementen;

Fig. 6: eine weitere bevorzugte Ausführungsform, bei der sich der mediale und der laterale Teil des Stabilitätselementes bis in den Vorderfußbereich erstrecken;

Fig. 7: der Testaufbau zur Bestimmung der Steifigkeit der Vorderfußplatte;

Fig. 8: Kraft-Deformationskennlinien zur Bestimmung der Steifigkeit der Vorderfußplatte;

Fig. 9: Hysterese-Kurve bei Deformation der Testplatte E;

Fig. 10: Hysterese-Kurve bei Deformation der Testplatte F;

Fig. 11: Hysterese-Kurve bei Deformation einer planen Testplatte;

Fig. 12: Hysterese-Kurve einer geformten Testplatte;

Fig. 13a: Ergebnisse von Pronationsmessungen mit verschiedenen Stabilitätselementen;

Fig. 13b: der Pronationswinkel;

Fig. 14: ein Schuh mit einem V-förmigen Stabilitätselement nach dem Stand der Technik;

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt ein Schuh ein Stabilitätselement, das unterhalb des Fußes des Trägers des Schuhs angeordnet ist. Dies kann entweder dadurch erreicht werden, daß das Stabilitätselement gemäß der vorliegenden Erfindung in die äußere Sohle des Schuhs integriert wird oder indem es zwischen der äußeren Sohle und der Zwischensohle oder der Zwischensohle und der inneren Sohle des Schuhs angeordnet wird. Wenn das Stabilitätselement sich in der äußeren Sohle befindet, kann es eine andere Farbe als das umgebende Material der Sohle haben, so daß die besondere Form des Stabilitätselementes, die anzeigt, für welchen Sport der Schuh geeignet ist (siehe unten), leicht von außen erkannt werden kann. Gemäß einer weiteren Ausführungsform besteht die äußere Sohle selbst im wesentlichen aus dem Stabilitätselement. In diesem Fall können eine optionale Zwischensohle und eine Innensohle mit der Oberseite des Stabilitätselementes verbunden werden, um Tragekomfort und Dämpfung für den Träger des Schuhs zu gewährleisten.

Da jedoch die oben beschriebenen unterschiedlichen Möglichkeiten der Anordnung des Stabilitätselementes innerhalb des Schuhs die funktionellen Eigenschaften des Schuhs, der ein Stabilitätselement gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt, nicht signifikant beeinflussen, wird im folgenden (und in den Figuren) lediglich auf einen Schuh 1 im allgemeinen Bezug genommen.

Bevor die Konstruktion und die funktionellen Eigenschaften des Stabilitätselementes gemäß der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben werden, wird auf das Skelett eines menschlichen Fußes 90 Bezug genommen, das in Fig. 1 dargestellt ist, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Prinzipien, denenzufolge spezielle Bereiche des Fußes selektiv unterstützt werden, zu erleichtern.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 92 die Metatarsalen eines linken menschlichen Fußes 90, wobei die Phalangen (Zehen) mit dem Bezugszeichen 95 versehen sind. Die Metatarsalen 92 und die Phalangen 95 bilden gemeinsam im wesentlichen den Vorderfußbereich des Fußes. Zwischen den Metatarsalen 92 und den Phalangen 95 sind die Metatarsal-Phalangen-Gelenke 93 angeordnet. Die Phalangen umfassen zusätzlich eine Vielzahl von von Interphalangengelenken 96. Während des Schritt- oder Laufzyklus ermöglichen die Metatarsal-Phalangen-Gelenke 93 und die Inter-

phalangengelenke 96 die Bewegung des Fußes und das Abstoßen vom Untergrund.

Insgesamt gibt es fünf Metatarsale 92, die als erster, zweiter, dritter, vierter und fünfter Metatarsale 92-1 bis 92-5 bezeichnet werden, ausgehend von der medialen Seite 99 des Fußes bis zur lateralen Seite 98. Entsprechend sind fünf Phalangen 95-1 bis 95-5 vorhanden. Schließlich ist noch der Fersenknochen 91 dargestellt.

Damit das Stabilitätselement gemäß der vorliegenden Erfindung die Pronation bzw. die Supination steuern kann, ist es wichtig, die Phalangen und Metatarsalen geeignet zu unterstützen. Im Fall der Pronationskontrolle werden insbesondere die Metatarsalen 92-1 und 92-2 unterstützt, vorzugsweise gemeinsam mit den Phalangen 95-1 und 95-2. Im Fall der Supinationskontrolle wird insbesondere der Metatarsale 92-5 und/oder der Metatarsale 92-4 unterstützt, vorzugsweise gemeinsam mit den Phalangen 95-5 und/oder 95-4. Dies wird durch das Stabilitätselement gemäß der vorliegenden Erfindung geleistet. Da jedoch Supination seltener ein Problem darstellt, werden der Kürze wegen in der folgenden Beschreibung nur Stabilitätselemente zur Pronationskontrolle diskutiert. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Bereich begrenzt. Komplementär geformte Stabilitätselemente, die zur Supinationskontrolle die entsprechenden Metatarsalen und Phalangen unterstützen, sind ebenfalls durch die vorliegende Erfindung mitumfasst.

Entsprechend umfaßt das Stabilitätselement für einen rechten Schuh 1 unter Bezugnahme auf Fig. 2 einen länglichen Basiskörper 10, der einen hinteren Bereich 12 und einen vorderen Bereich 13 umfaßt, wobei sich der Basiskörper 10 aufgehend vom Hinterfußbereich 2 des Schuhs 1 bis in den Vorderfußbereich 3 hinein erstreckt. Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist der vordere Bereich 13 so ausgelegt und innerhalb des Schuhs angeordnet, daß der erste und/oder zweite Metatarsale des Fußes (nicht dargestellt), der auf dem Stabilitätselement mit zusätzlichen optionalen Zwischenschuhen ruht, effektiv unterstützt wird. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform unterstützt das Stabilitätselement sogar den ersten und/oder zweiten Phalangen.

Zwischen den beiden Bereichen 12 und 13 weist der Basiskörper 10 bevorzugt eine Zone 11 mit reduzierten seitlichen Abmessungen auf, die eine Drehung des vorderen Bereichs 13 des Basiskörpers 10 (und damit des Schuhs) relativ zum hinteren Bereich 12 ermöglicht. Die Verwindungsfestigkeit bzw. Verwindungsflexibilität des Basiskörpers 10 in der Zone 11 legt die Drehflexibilität des Schuhs fest. Eine definierte Drehflexibilität kann ferner durch ein elastisches Material in der Zone 11 erreicht werden.

Das oben beschriebene Stabilitätselement hat mehrere wichtige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik. Erstens wird das longitudinale Gewölbe des Fußes über seine gesamte Länge wirksam unterstützt, da der Basiskörper 10 sich fast über die gesamte longitudinale Ausdehnung des Schuhs 1 erstreckt. Verletzungen, die auftreten könnten, wenn das Gewölbe überbelastet wird, werden dadurch verhindert.

Zweitens wird die Unterstützung des vorderen Bereichs des Schuhs, der den größten Belastungen während des Gehens oder Laufens unterliegt, erheblich verbessert. In den in den Fig. 2 bis 5 gezeigten bevorzugten Ausführungsformen erstreckt sich der vordere Bereich 13 des Basiskörpers im wesentlichen auf der medialen Seite des Schuhs (die gestrichelte Linie 100 zeigt die longitudinale Mittelachse an), um, wie bereits oben diskutiert, eine zu starke Pronation zu kompensieren.

Eine Drehbewegung des Vorderfußbereichs des Schuhs 1 relativ zum Hinterfußbereich 2 ist weiterhin möglich, d. h.

sie kann in einer vorbestimmten Weise durch die Form und die Materialauswahl des Basiskörpers 10 in der Zone 11 kontrolliert werden.

Um die Materialeigenschaften des Basiskörpers im Vorderfußbereich 13 zu bestimmen, die am besten dazu geeignet sind, eine Pronation zu verhindern, wurde das Auftreten von laufenden Athleten von hinten mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gefilmt, die 200 Bilder pro Sekunde aufnimmt. Diese Aufnahmen wurden analysiert, um den maximalen Pronationswinkel des Fußes in Abhängigkeit von den Materialeigenschaften des Stabilitätselements im Vorderfußbereich zu bestimmen. Der Pronationswinkel oder Hinterfußwinkel ist definiert, als der Winkel α zwischen einer senkrechten Linie durch den Fuß und der Ebene des Bodens (vgl. Fig. 13b). Bei einer normalen Position des Fußes beträgt dieser Winkel 90° . Alle gemessenen Winkel wurden daher auf diesen Wert bezogen, so daß ein positiver Wert einem Hinterfußwinkel von mehr als 90° entspricht, d. h. einer Pronation, während ein negativer Winkel einem Hinterfußwinkel von weniger als 90° , d. h. einer Supination entspricht.

Als Ergebnis dieser Studie (vgl. Fig. 13a) wurde herausgefunden, daß ein Basiskörper 10 mit einer bevorzugten Biegesteifigkeit in Faserrichtung (wobei die Faser parallel zur longitudinalen Achse des Schuhs angeordnet sind) zwischen 350 N/mm^2 und 600 N/mm^2 (gemessen nach DIN 53452) und eine Biegesteifigkeit senkrecht zur Faserrichtung zwischen 50 N/mm^2 und 200 N/mm^2 erfolgreich den maximalen Pronationswinkel des Fußes reduziert. Insbesondere Biegesteifigkeiten in Faserrichtung zwischen 450 N/mm^2 und 500 N/mm^2 und Biegesteifigkeiten senkrecht zur Faserrichtung zwischen 90 N/mm^2 und 160 N/mm^2 lieferten die besten Ergebnisse. Während Athleten mit Schuhen ohne ein Stabilitätselement (vgl. Messung a in Fig. 13a) eine Pronation von $1,6^\circ$ zeigten, wurde die Pronation erheblich reduziert ($-0,9^\circ$ und $-0,6^\circ$ bei den Messungen b und c in Fig. 13a, die Fehlerbalken geben den statistischen Fehler der Messungen wieder) bei Athleten, die Schuhe trugen, die mit Stabilitätselementen mit den oben beschriebenen Materialeigenschaften ausgerüstet waren.

Gemäß eines zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung umfaßt der Basiskörper 10 in seinem vorderen Bereich 13 bevorzugt eine biegeelastische Vorderfußplatte, die während der Abrollbewegung des Fußes beim Laufen durch elastisches Verbiegen Energie aufnimmt, die sie beim Abstoßen des Fußes vom Boden im wesentlichen verlustfrei abgibt und dadurch den Bewegungsablauf erleichtert und unterstützt. Obwohl es prinzipiell auch denkbar ist, diese Vorderfußplatte unabhängig vom Stabilitätselement in den Schuh zu integrieren, bietet sich aus Fertigungs- und Kostengründen an und ist daher bevorzugt, diese beiden Bauteile miteinander zu verbinden. In den beschriebenen Ausführungsformen ist die Vorderfußplatte daher unsichtbar jeweils in dem vorderen Bereich 13 des Basiskörpers 10 integriert (und daher in den Figuren nicht dargestellt). Gemäß einer alternativen Ausführungsform besteht der Basiskörper 10 selbst aus einem elastischen Material, um die beschriebene Energiespeicherfunktion zu ermöglichen.

Im folgenden wird die Vorderfußplatte oder der Basiskörper im Hinblick auf die Biegeelastizität näher erläutert, die die notwendige Voraussetzung für die verlustfreie Aufnahme und Abgabe der Energie zum Verbiegen der Platte darstellt.

Für eine sinnvolle Anwendung zur Unterstützung des Sportlers beim Laufen, insbesondere beim Sprinten, muß die Vorderfußplatte eine Steifigkeit aufweisen, die einerseits groß genug ist, um mit der beim Abrollen gespeicherten Energie das Abstoßen der Fußes merkbar zu erleichtern, an-

dererseits darf die Vorderfußplatte auch nicht zu starr ausfallen und den natürlichen Bewegungsablauf behindern. Bei Untersuchungen mit Sportlern hat sich herausgestellt, daß eine Steifigkeit im Bereich von 50 N/mm bis 100 N/mm diesen Anforderungen am besten gerecht wird. Die Steifigkeit wurde dabei mit dem im folgenden beschriebenen und in Fig. 7 dargestellten Meßaufbau ASTM 790 (Bezugszeichen 300 in Fig. 7) bestimmt.

Dazu wird eine 250 mm lange und 50 mm breite Testplatte 200 symmetrisch auf zwei 80 mm entfernte Auflagepunkte 310 gelegt und daraufhin mit einer vertikalen, in der Mitte angreifenden Kraft (senkrechter Pfeil in Fig. 7) ausgelenkt. Mit einem Kraftmesser kann dadurch die Auslenkung der Testplatte in Abhängigkeit von der angreifenden Kraft bestimmt werden. Fig. 8 zeigt die Ergebnisse der Messungen für verschieden steife Testplatten. Die Steifigkeit ergibt sich dabei als die Steigerung der Kurve im linearen Bereich, d. h. dem Bereich kleiner Auslenkungen. Für den Einsatz als Vorderfußplatte eignen sich dabei insbesondere Steifigkeiten zwischen 50 N/mm (Testplatte F) und 100 N/mm (Testplatte E).

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Verwendung als Vorderfußplatte ist die Elastizität, d. h. inwieweit die zur Auslenkung notwendige Kraft zurückgewonnen wird, wenn die Platte in ihre Ausgangsposition zurückfedert. In den Fig. 9 bis 12 sind dazu für verschiedene Testplatten im Steifigkeitsbereich zwischen 90 N/mm und 100 N/mm Hysteresekurven aufgenommen worden. Dazu wurde mit dem oben beschriebenen Meßaufbau (Fig. 7) die Kraft beim periodischen Auslenken und Zurückfedern gemessen, wobei ein Meßzyklus insgesamt 200 msec. dauert. Die Differenz zwischen oberer und unterer Linie, d. h. die von den beiden Linien eingeschlossene Fläche, ist dabei ein Maß für den Verlust an elastischer Energie beim Verbiegen der Testplatten.

Aus den Graphen in den Fig. 9 bis 11 folgt, daß der Energieverlust bei Testplatten der oben genannten Steifigkeit zwischen 4,6% und 6% liegt, d. h. der weitaus größte Teil der Energie wird beim Zurückfedern in die Ausgangslage zurückgewonnen. Fig. 12 zeigt eine Hysteresekurve für eine Testplatte, die nicht exakt eben ist, sondern zur Anpassung an den Schuh geformt wurde. Dabei wurde ein erheblich höherer Energieverlust von 18,3% gemessen. Die erfindungsgemäße Vorderfußplatte ist daher bevorzugt flach ausgebildet.

Im Hinblick auf die Form des Basiskörpers 10 sind bevorzugt zusätzlich seitliche Stützelemente 15 sowohl im vorderen Bereich 13 als auch im hinteren Bereich 12 des Basiskörpers 10 angeordnet, die sich im wesentlichen quer zur Längsachse des Fußes erstrecken. Diese Stützelemente 15 verbreitern die Stützwirkung des Basiskörpers 10 in die lateralen (äußeren) und medialen (inneren) Seitenbereiche des Schuhs 1, um auch das Quergewölbe des Fußes vor übermäßiger Belastung zu schützen. Die Ausdehnung der seitlichen Stützelemente 15 richtet sich dabei nach dem Schnitt des Schuhs 1. Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform die bevorzugt für einen schmalen Schuh (gestrichelte Linie) verwendet wird und bei der die seitlichen Stützelemente 15 entsprechend kürzer ausfallen.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Stabilitätselements für einen rechten Schuh. Der Basiskörper 10 weist bei dieser Ausführungsform zwei Teilbereiche 20, 30 auf, die V-förmig miteinander verbunden sind. Der Teilbereich 30 unterstützt dabei den medialen Teil und der Teilbereich 20 den lateralen Teil des Längsgewölbes des Fußes. Die Verbindung der beiden Teilbereiche 20, 30 im hinteren Bereich 12 des Basiskörpers 10 ermöglicht (im Gegensatz zur "normalen" durchgehenden Sohle) bei der Drehung um die Zone 11 eine Relativbewegung der beiden Teilbereiche

20, 30 zueinander.

In den in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen von Stabilitätselementen ist der mediale Teilbereich 30 des Basiskörpers 10 jeweils noch durch Einkerbungen 31 und Löcher 32 durchbrochen, um die Flexibilität des Stabilitätselements im Vorderfußbereich 3 in Querrichtung zu erhöhen. Die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform ist dabei für Sportarten optimiert, bei denen der Fuß keinen extremen seitlichen Belastungen unterworfen ist (z. B. Leichtathletik, Jogging). Die Unterstützung der lateralen Fußhälfte ist daher nur im mittleren Fußbereich notwendig, so daß der Teilbereich 20 entsprechend kürzer als der Teilbereich 30 ausgelegt ist. In der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform erstreckt sich der laterale Teilbereich 20 ebenso wie der mediale Teilbereich 30 bis in den Vorderfußbereich 3 des Schuhs. Diese Ausführungsform findet insbesondere bei Sportarten mit häufigem Richtungswechsel und seitlichen Schritten (z. B. Tennis, Basketball etc.) Anwendung. Der verlängerte Teilbereich 20 dient dabei dazu, die aus diesen Bewegungen resultierenden hohen Belastungen der lateralen Seite des Vorderfußes abzufangen.

Sowohl in der in Fig. 5 als auch in der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform sind zusätzliche Seitenelemente 40 vorgesehen, die die Stabilität der Verbindung zwischen dem Basiskörper 10 und dem umgebenden Schuhmaterial in der Zone 11 weiter erhöhen, in dem sie den Schuh seitlich nach oben umgreifen. In den dargestellten Ausführungsformen sind diese Seitenelemente 40 auf der medialen Seite des Schuhs vorgesehen, eine Anbringung auf der lateralen Seite ist ebenso möglich und bietet sich insbesondere zur weiteren Verstärkung der lateralen Seite bei den oben genannten Sportarten wie Tennis, Basketball, etc. an.

Als Material bietet sich für das Stabilitätselement und die integrierte Vorderfußplatte bevorzugt ein Verbundmaterial aus Kohlefasern an, die in eine Matrix aus Harzen eingebettet sind. Auch die Verwendung von Keflar- oder Glasfasern ist möglich. Diese Materialien verbinden gute Elastizitätswerte mit einem geringen Gewicht. Denkbar ist daneben insbesondere für die Vorderfußplatte auch die Verwendung von Stahl oder anderen elastischen Metallegierungen. Kunststoffe wie Pebax oder Hytel weisen im Hinblick auf die Herstellung durch Spritzguß fertigungstechnische Vorteile auf, gewinnen jedoch die notwendigen elastischen Eigenschaften erst durch eine zusätzliche Verstärkung mit Fasern.

Patentansprüche

1. Schuh (1), insbesondere Sportschuh mit einem Stabilitätselement, um die Drehbarkeit des Vorderfußbereiches (3) des Schuhs (1) um die Längsachse relativ zum Hinterfußbereich (2) zu kontrollieren, wobei das Stabilitätselement einen Basiskörper (10) umfaßt, der sich vom Hinterfußbereich (2) bis in den Vorderfußbereich (3) hinein erstreckt.
2. Schuh nach Anspruch 1, wobei sich der Basiskörper (10) im wesentlichen in oder entlang der medialen Seite (99) des Vorderfußbereiches (3) erstreckt und Materialeigenschaften aufweist, um eine Pronation des Trägers des Schuhs zu verringern.
3. Schuh nach Anspruch 2, wobei der Basiskörper (10) den ersten Metatarsalen (92-1) und/oder den zweiten Metatarsalen (92-2) unterstützt und/oder den ersten Phalangen (95-1) und/oder den zweiten Phalangen (95-2) des Fußes 90.
4. Schuh nach Anspruch 1, wobei sich der Basiskörper (10) im wesentlichen in oder entlang der lateralen Seite (98) des Vorderfußbereiches (3) erstreckt und Material-



eigenschaften aufweist, um eine Supination des Trägers des Schuhs zu verringern.

5. Schuh nach Anspruch 4, wobei der Basiskörper (10) den fünften Metatarsalen (92-5) und/oder den vierten Metatarsalen (92-4) unterstützt und/oder den fünften Phalangen (95-5) und/oder den vierten Phalangen (95-4) des Fußes 90.

6. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Basiskörper (10) einen vorderen Bereich (13) umfaßt, der eine Biegesteifigkeit in longitudinaler Richtung zwischen 350 N/mm^2 und 600 N/mm^2 aufweist und eine Biegesteifigkeit in lateraler Richtung zwischen 50 N/mm^2 und 200 N/mm^2 .

7. Schuh nach Anspruch 2, wobei der Basiskörper (10) einen vorderen Bereich (13) umfaßt, der eine Biegesteifigkeit in longitudinaler Richtung zwischen 450 N/mm^2 und 500 N/mm^2 aufweist und eine Biegesteifigkeit in lateraler Richtung zwischen 90 N/mm^2 und 160 N/mm^2 .

8. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Basiskörper (10) zumindest im Vorderfußbereich (3) elastische Eigenschaften aufweist, um während des Abrollens des Schuhs Energie aufzunehmen und diese Energie im wesentlichen verlustfrei beim Abstoßen des Fußes vom Boden wieder abzugeben.

9. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Basiskörper (10) zumindest im Vorderfußbereich (3) eine Steifigkeit im Bereich von 50 N/mm bis 100 N/mm hat.

10. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Vorderfußbereich (3) im wesentlichen eine flache Form hat.

11. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Basiskörper (10) zwei V-förmig verbundene Teilbereiche (20, 30) umfaßt.

12. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der Basiskörper (10) auf der medialen Seite und der lateralen Seite des Vorderfußbereiches (3) erstreckt.

13. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Basiskörper (10) zusätzliche seitliche Stützelemente (15) umfaßt.

14. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stabilitätselement zusätzliche Seitenelemente (40) aufweist, die sich vom Basiskörper (10) von unten nach oben über den Rand des Schuhs (1) erstrecken.

15. Schuh nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stabilitätselement aus einem mit Kohlefasern verstärkten Verbundmaterial besteht.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

05.02.03

- Leerseite -

Fig. 2

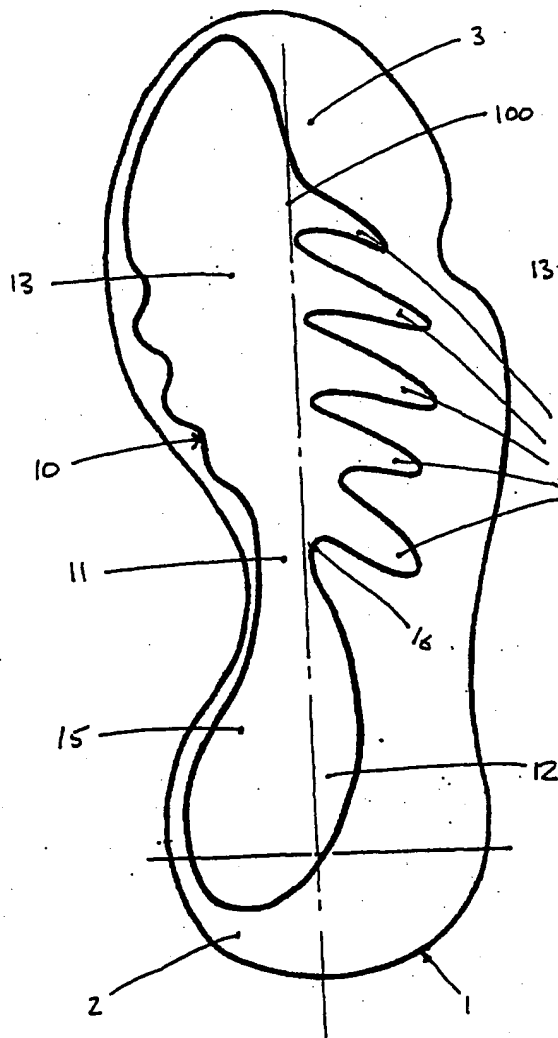


Fig. 3

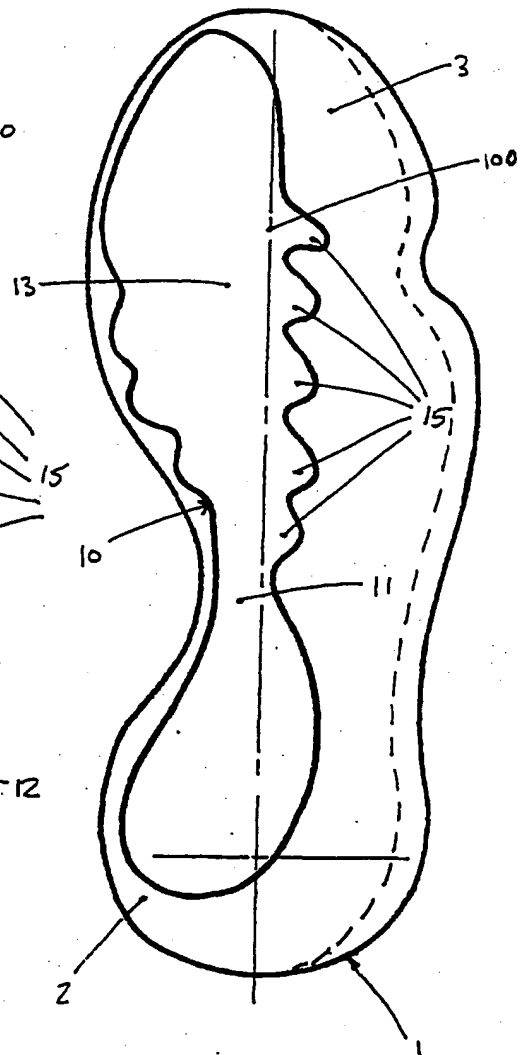


Fig. 1

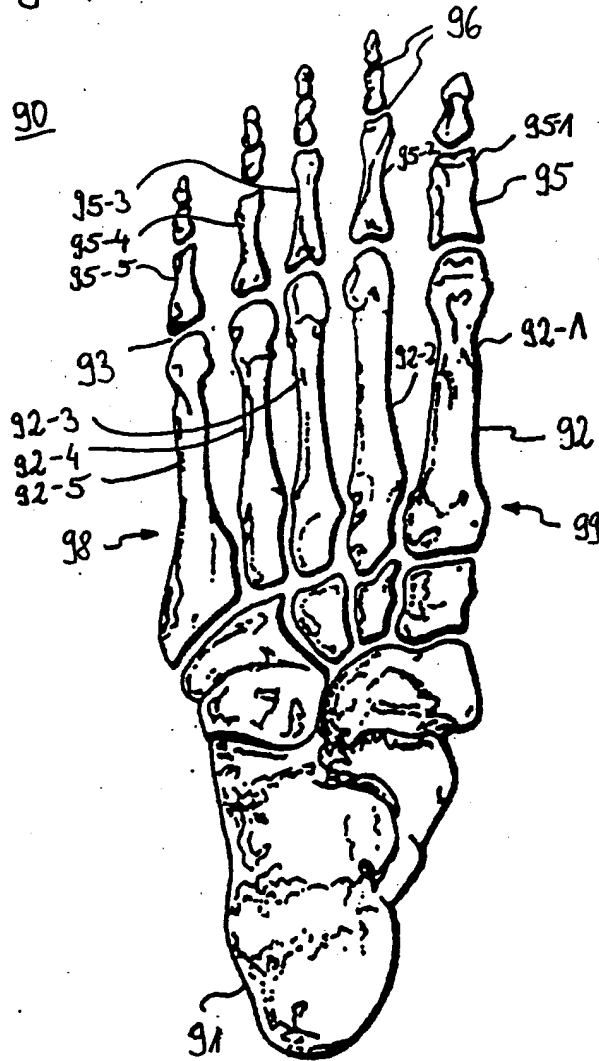


Fig. 4

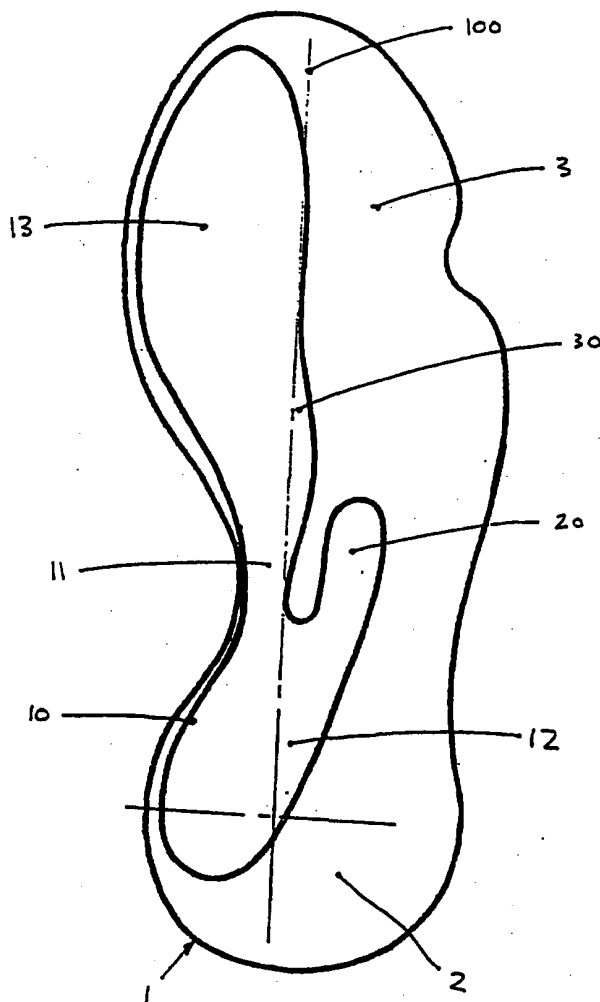


Fig. 5

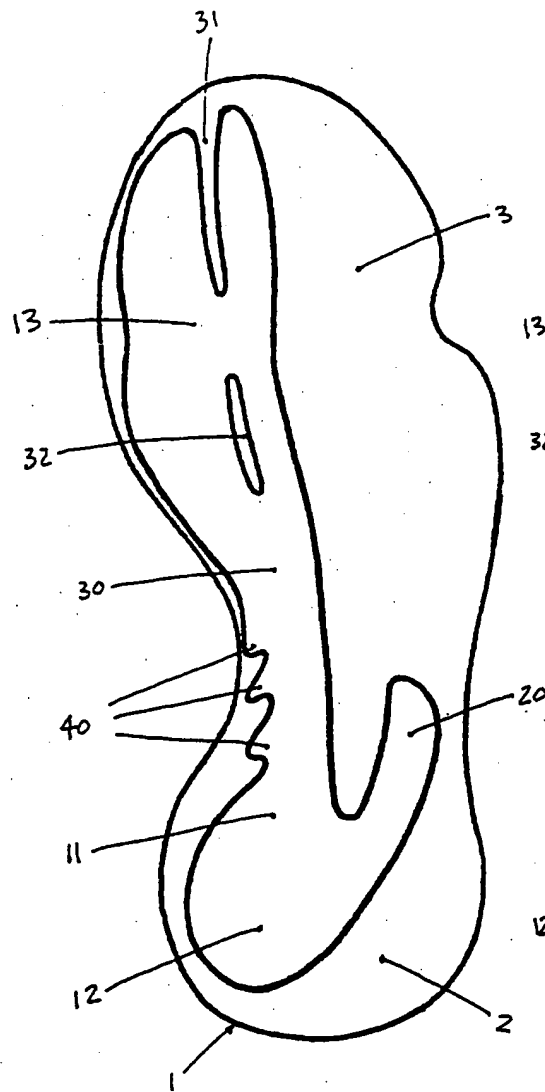


Fig. 6

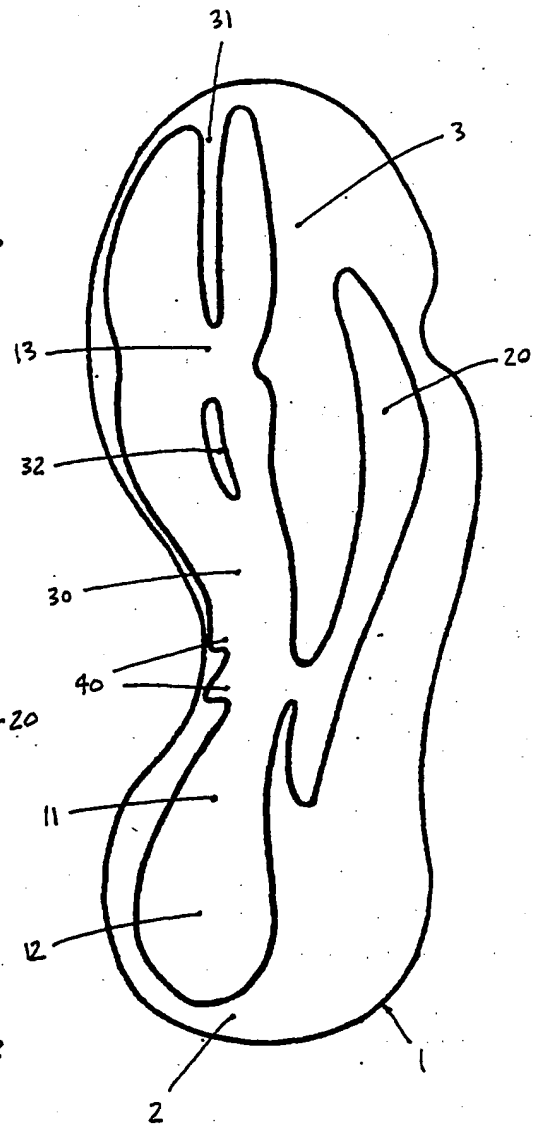


Fig. 7

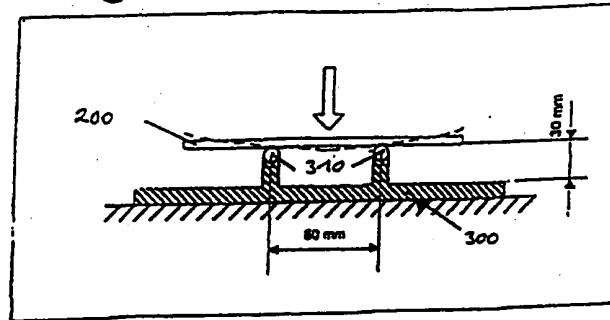


Fig. 8

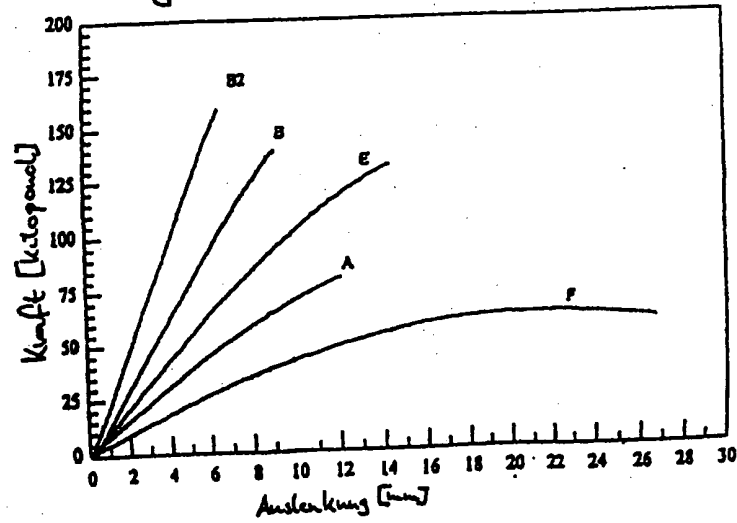


Fig. 11

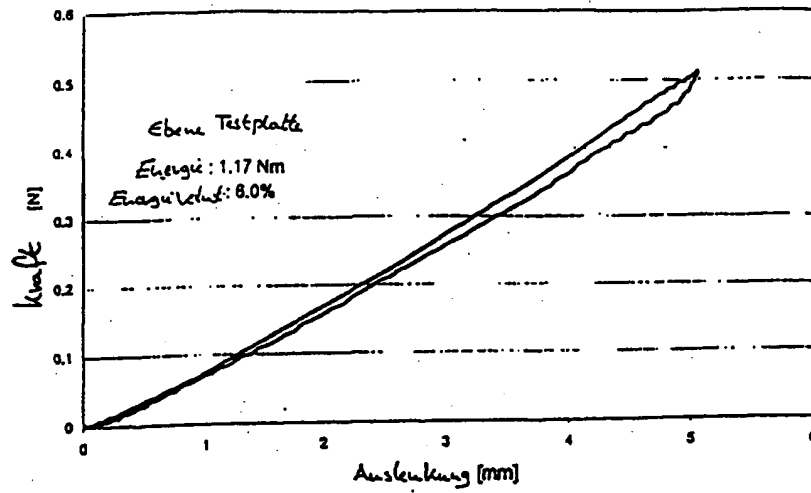


Fig. 12

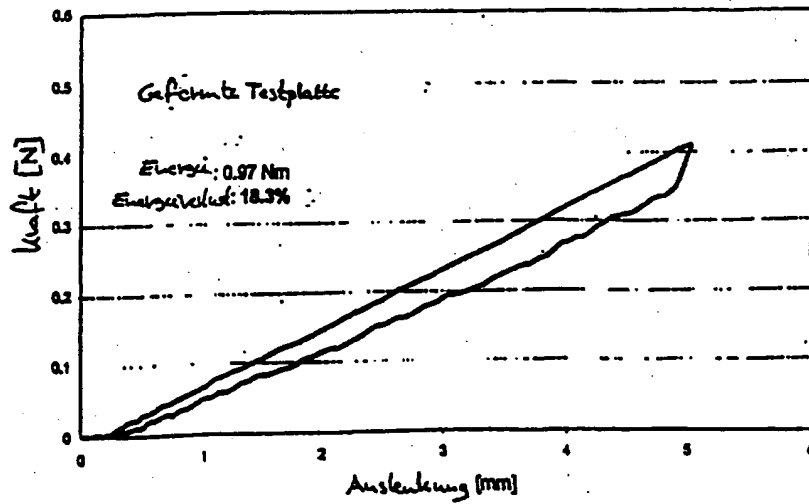
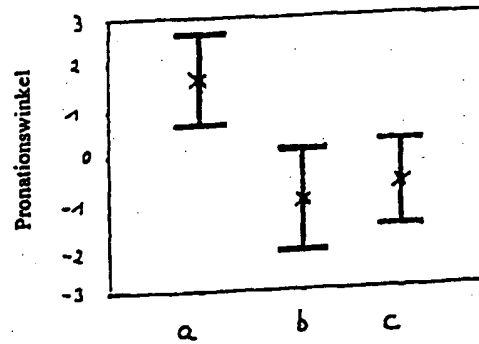


Fig. 13a



- a: Schuh ohne Stabilitätselement
- b: Schuh mit Stabilitätselement mit longitudinaler Biegesteifigkeit von 450 N/smm und lateraler Biegesteifigkeit von 93 N/smm
- c: Schuh mit Stabilitätselement mit longitudinaler Biegesteifigkeit von 495 N/smm und lateraler Biegesteifigkeit von 151 N/smm

Fig. 13b

Pronationswinkel α
für rechten Fuß

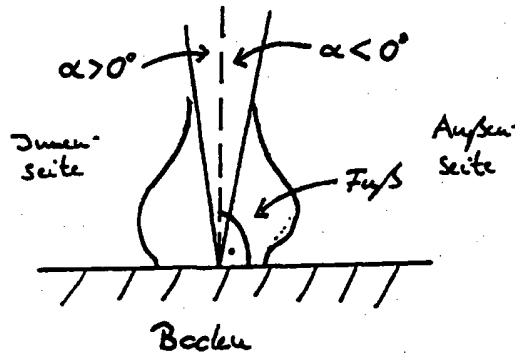


Fig. 14

(Stand d. Technik)

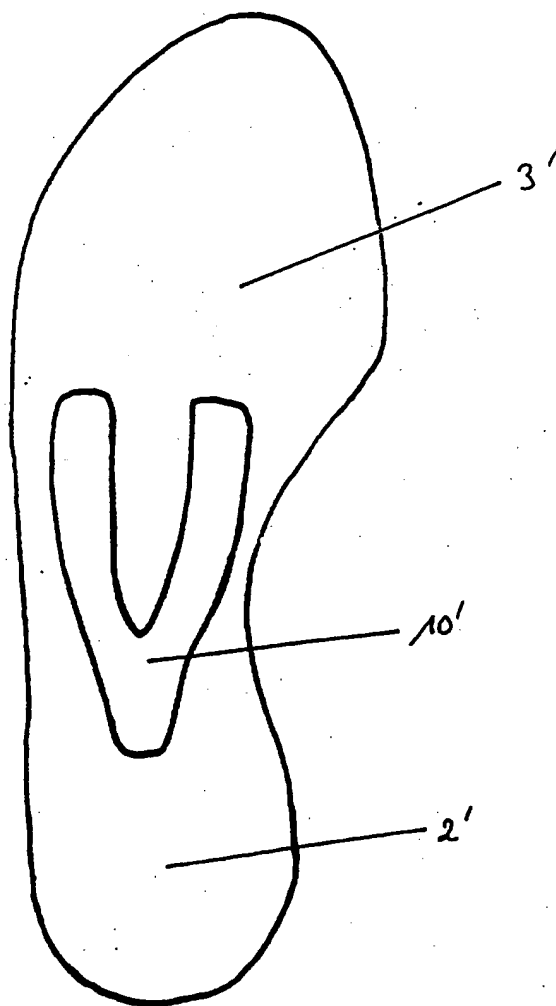


Fig. 14

(Stand d. Technik)

